

DESAIN KEYBOARD DENGAN OUTPUT SUARA SEBAGAI ALAT BANTU PENGENALAN HURUF BRAILLE

Rizky Yunanta^{#1}, Akhmad Hendriawan^{#2}, Reesa Akbar^{#3}, Rika Rokhana^{#4}

[#]Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS-ITS Sukolilo, Surabaya

¹ryunanta@student.eepis-its.edu

²hendri@eepis-its.edu

³reesa@eepis-its.edu

³rika@eepis-its.edu

Abstrak— Indera penglihatan adalah salah satu sumber informasi vital bagi manusia. Tidak berlebihan apabila dikemukakan bahwa sebagian besar informasi yang diperoleh oleh manusia berasal dari indera penglihatan, sedangkan selebihnya berasal dari panca indera yang lain. Saat ini sistem pembelajaran pengenalan huruf *Braille* pada penderita tuna netra masih memiliki banyak kekurangan. Salah satunya adalah pada saat pembelajaran diperlukan peran serta seorang pengajar yang bukan penyandang tunanetra untuk mengenalkan bentuk-bentuk / motif dari huruf *braille*. Seorang pengajar tersebut harus menunjukkan dengan tepat motif apa dan huruf apa yang sedang diraba oleh penderita tunanetra. Tentu saja hal ini sangat mempengaruhi kecepatan penderita tunanetra untuk mempelajari huruf *braille*, dikarenakan penderita tunanetra tidak dapat melakukan pembelajaran mandiri.

Sistem suara yang diterapkan pada keyboard dapat menggantikan peran instruktur, baik dalam pembelajaran maupun dalam proses pelatihan. Penyimpanan data suara pada *SD Card* dilakukan sebelumnya dengan menggunakan *PC*. Format suara yang tersimpan dalam *SD Card* berbentuk *WAV* tanpa kompresi memiliki keunggulan dalam kemudahan akses oleh *mikrokontroller*. Proses konversi data biner menjadi sinyal suara analog melalui *PWM* sebagai fasilitas dalam *mikrokontroller*. Sinyal suara akan dikuatkan oleh *Power Amplifier* dengan menggunakan *IC TDA7052*

Kata kunci— : *braille*, *SD Card*, *PC*, *mikrokontroller*, *power amplifier*, *IC LM386*

I. PENDAHULUAN

Saat ini sistem pembelajaran pengenalan huruf *Braille* pada penderita tuna netra masih memiliki banyak kekurangan. Salah satunya adalah pada saat pembelajaran diperlukan peran serta seorang pengajar yang bukan penyandang tunanetra untuk mengenalkan bentuk-bentuk / motif dari huruf *braille*. Seorang pengajar tersebut harus menunjukkan dengan tepat motif apa dan huruf apa yang sedang diraba oleh penderita tunanetra. Tentu saja hal ini sangat mempengaruhi kecepatan penderita tunanetra untuk mempelajari huruf *braille*, dikarenakan penderita tunanetra tidak

dapat melakukan pembelajaran mandiri. Pada tugas akhir ini pengaplikasian huruf *braille* yang ditempelkan pada media keyboard *PC*. Mikrokontroller akan mendeteksi input dari keyboard dan akan diproses untuk memanggil data suara yang telah diisikan sebelumnya pada *SD Card* melalui sistem *SPI*. Data suara pada *SD Card* akan diubah menjadi sinyal Analog oleh *PWM* yang terdapat dalam mikrokontroller. Sinyal tersebut dikuatkan *power amplifier* menggunakan *IC TDA7052*

II. TINJAUAN PUSTAKA

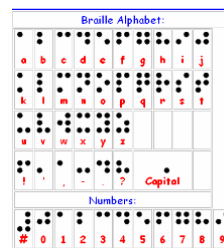
A. Sistem huruf Braille

Sistem huruf *Braille* adalah sistem huruf dengan menggunakan kombinasi 6 buah titik yang digunakan untuk mempermudah penderita tuna netra. Sistem ini memungkinkan para penderita tuna netra dikarenakan cara membacanya dengan meraba titik-titik tonjolan huruf *braille*. Sistem ini ditemukan oleh Louis Braille pada tahun 1827.

Susunan huruf *Braille* terdiri dari kombinasi 6 buah lokasi titik seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 1 Letak posisi titik



Gambar 2 Huruf Braille

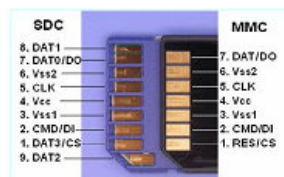
B. Mikrokontroler ATMEGA 32

AVR merupakan seri mikrokontroler CMOS 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Pada ATMEGA 32 mempunyai spesifikasi yang dibutuhkan untuk membuat minimum sistem untuk mikroserver sebagai berikut :

1. Frekuensi clock hingga 25 MHz
2. Buffer 2Kbytes
3. 1024 bytes internal EEPROM
4. Antarmuka I2C dan SPI

C. SD Card

SD Card adalah salah satu media penyimpanan data digital dengan format kartu memori flash. Dia digunakan dalam alat portabel, seperti PDA, kamera digital dan telepon genggam. Kartu SD dikembangkan oleh SanDisk, Toshiba, dan Panasonic berdasarkan Kartu Multi Media (MMC) yang sudah lebih dulu ada. Selain memiliki sistem pengaman yang lebih bagus daripada MMC, SD Card juga bisa dengan mudah dibedakan dari MMC karena memiliki ukuran yang lebih tebal dibanding kartu MMC standar.



Gambar 3 Konfigurasi pin SD card

D. SPI Mode

Merupakan cara mengkoneksikan MMC dengan mikrokontroler. MMC dan mikrokontroler sudah memiliki fasilitas SPI sehingga sangat mudah untuk menghubungkannya. Kecepatan aksesnya pun cukup tinggi yaitu mencapai 8 MHz.

1. SPI Command Set

Setiap command memiliki fungsi yang spesifik dan menghasilkan respon yang berbeda. Ada beberapa command yang terdapat pada MMC. Pada tabel 1. merupakan command digunakan untuk mengakses MMC pada sistem ini.

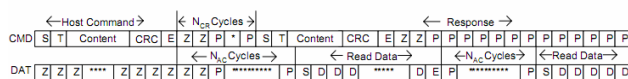
Tabel 1 Command yang digunakan

CMD	Response	Argument	Fungsi
CMD0	R1	None (0)	Reset
CMD1	R1	None (0)	Proses inisialisasi card
CMD12	R1	None (0)	Stop transmission
CMD18	R1	Address 4 Bytes (31:0)	Membaca multi block MMC

2. Read MMC/SD Card

Proses Read pada MMC/SD Card ada 2 macam cara yaitu per blok (single blok) atau multiple blok. Perbedaan dari kedua macam cara ini terletak pada besar data yang ditransfer dalam sekali memberikan command. Pada sistem ini hanya digunakan proses pembacaan (Read) dengan metode multi blok.

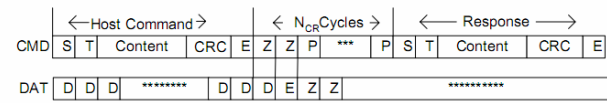
Timing of Multiple Block Read Command



Gambar 4. Timing diagram read multi blok

Pada metode read multi blok (CMD18), kartu MMC/SD Card akan mengirimkan data blok secara berkelanjutan setelah menerima perintah read dari host. Aliran data akan berhenti oleh perintah menghentikan transmisi data (CMD12).

Timing of Stop Command (CMD12, Data Transfer Mode)



Gambar 5. Timing diagram CMD12

Keterangan :

Z : High Impedance State

* : Perulangan

S : Start bit (= '0')

T : Transmitter bit (Host = '1', Card = '0')

E : End bit (= '1')

D : Data bits

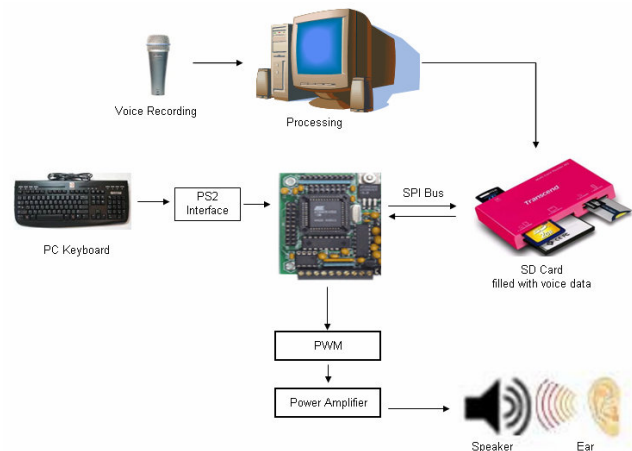
CRC : Cyclic redundancy check bits

N_{CR} : Minimum delay antara host command dan card response

N_{AC} : Access time delay

III. PERANCANGAN SISTEM

Sistem menggunakan QWERTY keyboard sebagai layout dasar yang akan ditemplei motif huruf Braille. Ketika tombol ditekan, maka keyboard akan memberikan input pada mikrokontroler. Mikrokontroler akan mengolah informasi dari input tersebut dan akan memanggil alamat suara pada memory card. Data suara pada memori card akan ditransfer dengan menggunakan PWM pada AVR menjadi sinyal suara. Output sinyal suara tersebut akan dikuatkan sebelum menuju ke speaker



Gambar 6. Blok Diagram Sistem

Terdapat 2 mode dalam pemakaian keyboard braille tersebut, meliputi :

1. Mode belajar

Pada mode belajar ini, keyboard akan mengeluarkan suara sesuai dengan huruf yang ditekan ketika tombol ditekan.

2. Mode soal

Pada mode soal, sistem akan memberikan beberapa soal tantangan kepada penyandang tuna netra agar dapat menekan tombol sesuai dengan soal yang diberikan.

A. Perancangan Huruf Braille

Motif tonjolan huruf braille pada tombol keyboard disusun berdasarkan referensi standar huruf braille internasional. Untuk membuat tonjolan-tonjolan huruf braille agar dapat dirasakan oleh tunanetra maka penulis menggunakan bahan plastik mika sebagai pembentuk tonjolan tersebut.

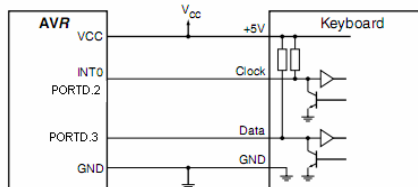


Gambar 7. Keyboard Braille

Ukuran huruf Braille memang sengaja dibuat agak besar dengan tujuan agar pengguna tuna netra dapat lebih mudah mempelajarinya.

B. Antar Muka Keyboard Dengan Mikrokontroler

Antar muka keyboard dengan mikrokontroler menggunakan 2 buah jalur signal yaitu clock dan data. Jalur signal adalah open connector, dengan resistor pull-up yang terletak di keyboard. Hal ini akan membuat keyboard atau host dapat memaksa jalur signal dalam keadaan low level.



Gambar 8. koneksi keyboard dengan mikrokontroler

C. Koneksi minimum Sistem Dengan SD Card

Sumber clock SD card diperoleh dari clock mikrokontroler. Mikrokontroler berfungsi sebagai master sedangkan slave adalah SD card. Untuk konfigurasi dari masing-masing pin SD CARD yang dipakai adalah sebagai berikut :

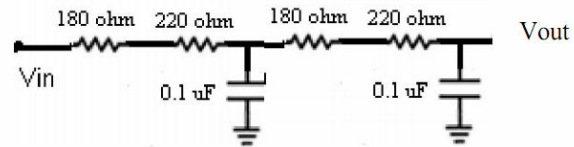
Tabel 1. fungsi pin-pin SD Card

Pin No.	Name	Type ¹	Description
1	CS	I	Chip Select
2	DI	I/PP	Data In
3	VSS	S	Supply voltage ground
4	VDD	S	Supply voltage
5	CLK	I	Clock
6	VSS	S	Supply voltage ground
7	DAT	I/O/pp	Data Out

D. Filter

Pada sistem ini digunakan sebuah filter pasif yaitu filter LPF dengan menggunakan komponen pasif resistor dan kapasitor. Pada proses pembuatan rangkaian filter, yang perlu diperhatikan adalah

frekuensi dominan dari sinyal suara yang digunakan atau dengan kata lain adalah frekuensi dominan dari suara manusia.

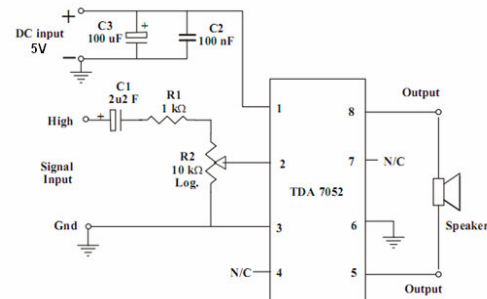


Gambar 9. Rangkaian Filter

E. Mono Audio Amplifier

Sinyal yang telah keluar dari portD.7, dikuatkan oleh op-amp tipe TDA7052 yang berfungsi sebagai penguat suara. Agar suara terdengar jelas, diperlukan penguatan sebesar 40 dB. Untuk mengatur volume suara dilengkapi potensiometer. TDA7052 akan aktif jika diberi tegangan minimum +3V dan tegangan input maksimum +18V. IC TDA7052 dipilih karena memiliki keunggulan yaitu :

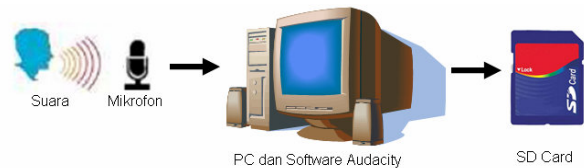
- Range tegangan supply 3V – 18V
- Tidak ada bunyi "click" ketika switch ON/OFF
- Pemakaian daya yang rendah
- Tidak memerlukan external heatsink
- Tahan terhadap short-circuit



Gambar 10. Rangkaian mono audio amplifier

F. Pembuatan Database Suara

Proses pembuatan database suara diawali dengan cara membuat daftar suara kata-kata yang akan direkam. Daftar kata-kata tersebut untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lembar lampiran. Kemudian dari daftar kata-kata tersebut dilakukan proses perekaman suara. Perekaman dapat dilakukan dengan menggunakan microphone yang dihubungkan ke komputer. Kemudian mengucapkan suatu kata sesuai dengan daftar kata yang telah dibuat. Hasil rekaman tadi kemudian dipotong dan diambil bagian suara yang diinginkan dengan bantuan software Audacity.



Gambar 11. Pengambilan suara

IV. PENGUJIAN & ANALISA

A. Proses Pengambilan Data Dari MMC

Tabel 2. Kecepatan pengambilan data SD Card

No.	Data (Blok*)	Waktu Akses (detik)
1	1000	1
2	3000	5
3	6000	9

Dari tabel diatas dapat dilakukan perhitungan untuk mengetahui kecepatan mikrokontroler mengambil data dari MMC.

Tabel 3. Perhitungan kecepatan SD Card

Data blok	Bytes	waktu (detik)	Kecepatan/Byte (us)
1000	512000	1	1.95
3000	1536000	5	3.30
6000	3072000	9	2.92
Kecepatan rata-rata			2.72

Dari pengujian dan perhitungan diatas diketahui bahwa kecepatan mikrokontroler mengambil data dari MMC kurang dari 125us (= waktu untuk mengkonversi data 0-255 dari MMC ke sinyal analog 0-5V tiap data) yaitu amplitudo sampling yang digunakan pada sistem ini. Dengan demikian untuk menghasilkan frekuensi sampling 8kHz sudah terpenuhi sehingga sinyal suara akan terdengar dengan baik jika kecepatan pengambilan data tidak melebihi kecepatan sampling tiap satu data.

B. Validitas pembacaan data dari SD Card

Offset	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
00000400	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
00000416	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
00000512	7D	53	FF	FF	FE	FE	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
00000528	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
00000544	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

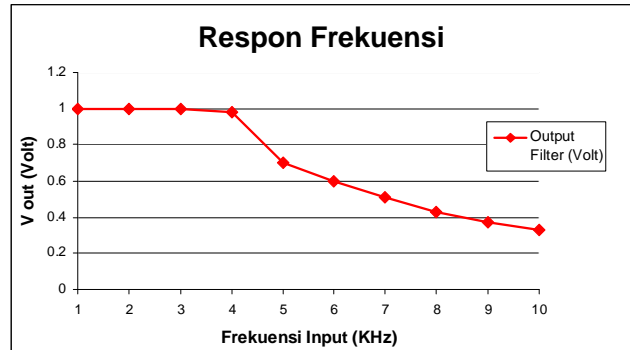
Gambar 12. Data Pada Winhex

Dari hasil pengujian diketahui ternyata pada setiap akhir pengiriman 512 byte data, terdapat 5 byte data yang bukan merupakan data asli. Hal ini berlangsung pada setiap kelipatan 512 pengiriman data sehingga menyebabkan data yang terbaca oleh mikrokontroler melebihi dari data yang sebenarnya. Hal ini sesuai dengan respon dari SD Card, dimana terdapat waktu tunda (NAC) untuk menunggu respon dari SD Card. Untuk menghindari

penambahan data tersebut maka perlu ditambahkan beberapa baris program untuk melewati pembacaan ketika transfer data mencapai kelipatan 512 byte.

C. Pengujian Filter LPF

Pengujian dilakukan dengan memberikan nilai tegangan 1 Volt dan frekuensi beragam dari 1 KHz-10 KHz pada filter. Output filter diukur dengan menggunakan multimeter.



Gambar 13. Grafik Respon Frekuensi

Jenis filter yang dipakai pada proyek akhir ini adalah LPF (Low Pass Filter) dengan frekuensi cutt off 4 KHz. Respon frekuensi dari filter dapat dilihat pada gambar 13. Untuk frekuensi lebih kecil dari 4 KHz akan menghasilkan output ± 1 volt. Sedangkan untuk frekuensi lebih besar dari 4 KHz tegangan output akan semakin berkurang. Dari gambar 13. juga dapat diketahui bahwa filter bekerja dengan baik pada frekuensi lebih kecil atau sama dengan 4 KHz dan memblok frekuensi lebih besar dari 4 KHz.

Pada daerah frekuensi cutt off nilai tegangan output akan mengalami perubahan yang drastis yaitu dari 0.98 volt turun menjadi 0.7 volt. Sehingga dihasilkan daerah rising edge yang cukup tajam. Ketajaman dari kurva menunjukkan kualitas filter . Pada proyek akhir ini digunakan dua filter LPF sekaligus. Output LPF 1 akan menjadi input bagi LPF 2. Tujuan penggunaan dua filter sekaligus adalah untuk mempertajam rising edge. Dari grafik respon frekuensi tampak bahwa penggunaan dua filter sangat efektif untuk meningkatkan ketajaman rising edge.

D. Pengujian Keyboard

Pengujian dilakukan dengan cara memberikan input berupa kata sebanyak 10 sample yang dimasukkan melalui keyboard, pada tabel 4. ditunjukkan hasil pengujiannya.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keyboard

No	Input dari keyboard	Output pada LCD	Error (%)
1	apel	apel	0
2	babi	babi	0
3	cicak	cicak	0
4	duri	duri	0
5	ember	ember	0
6	fakir	fakir	0
7	gajah	gajah	0
8	hotel	hotel	0
9	ikan	ikan	0
10	jarum	jarum	0

Tingkat kesalahan yang dimaksud disini adalah adanya ketidak cocokkan antara teks yang di inputkan melalui keyboard dengan output pada tampilan LCD. Dari 10 sample data hasil pengujian yang dilakukan tidak ditemukan adanya kesalahan output pada tampilan LCD, hal ini menunjukkan bahwa koneksi antara mikrokontroller dengan keyboard mikrokontroller dengan LCD, serta integrasi dengan softwrenya memiliki tingkat ketelitian yang mencapai 100% sehingga tidak menimbulkan kesalahan error dalam penggunaannya.

E. Pengujian Daya Pemakaian

Pengujian dilakukan dengan cara mengukur nilai arus pada sistem. Arus yang diamati yaitu ketika kondisi diam dan bersuara. Sedangkan output yang digunakan adalah speaker internal dan headset. Hasil pegujian tampak pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Arus

Kondisi	Internal Speaker	Headset
Diam	0.21 A	0.06 A
Bersuara	0.23 A	0.08 A

Dari hasil pengujian pada tabel 5 maka dapat disimpulkan bahwa pemakaian arus semakin meningkat ketika alat sedang mengeluarkan suara. Penggunaan headset akan menurunkan arus dikarenakan headset memiliki nilai hambatan yang lebih besar daripada speaker. Penggunaan daya maksimal alat dapat dihitung dengan persamaan :

$$P = V \times I \dots\dots\dots 1$$

P : Daya pemakaian (Watt)

V : Nilai tegangan (Volt)

I : Nilai arus (Ampere)

Perhitungan daya saat menggunakan internal speaker :

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 5V \times 0.23A \\ &= 1.15 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Perhitungan daya saat menggunakan Headset :

$$\begin{aligned} P &= V \times I \\ &= 5V \times 0.08A \\ &= 0.4 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Sebagai perbandingan, apabila pada sistem diaplikasikan penggunaan baterai isi ulang ukuran AA, 1.3Volt, 900mAH maka dibutuhkan 4 buah baterai yang disusun secara seri.

Dengan menyusun seri 4 buah baterai maka didapatkan sumber daya :

$$\begin{aligned} \text{Total tegangan} &= 1.3V \times 4 \text{ buah baterei} \\ &= 5.2 \text{ Volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sumber daya baterai} &= 5.2V \times 0.9AH \\ &= 4.68 \text{ Watt Hour} \end{aligned}$$

Daya tahan baterai menggunakan internal speaker :

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \text{Sumber daya} / \text{Daya pada saat speaker} \\ &= 4.68 \text{ WH} / 1.15 \text{ W} \\ &= 4.06 \text{ Hour} \end{aligned}$$

Daya tahan baterai menggunakan headset :

$$\begin{aligned} \text{Waktu} &= \text{Sumber daya} / \text{Daya pada saat headset} \\ &= 4.68 \text{ WH} / 0.4 \text{ W} \\ &= 11.7 \text{ Hour} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa sistem tersebut dapat digunakan dengan menggunakan baterai selama 11.7 jam apabila menggunakan Headset/Earphone dan 4.06 jam apabila menggunakan speaker internal. Dengan demikian penulis menyarankan untuk penggunaan speaker internal sebaiknya memakai catu daya yang terhubung dengan listrik.

F. Hasil Respondensi Terhadap sistem

Sistem yang telah dibuat pada tugas akhir ini memerlukan uji coba langsung dengan pengguna. Karena sistem ini ditujukan untuk memudahkan penyandang tuna netra untuk mempelajari huruf Braille, maka penulis melakukan polling untuk mengetahui kelebihan dan kekurangan sistem yang nantinya dapat dijadikan bahan evaluasi untuk kesempurnaan sistem.

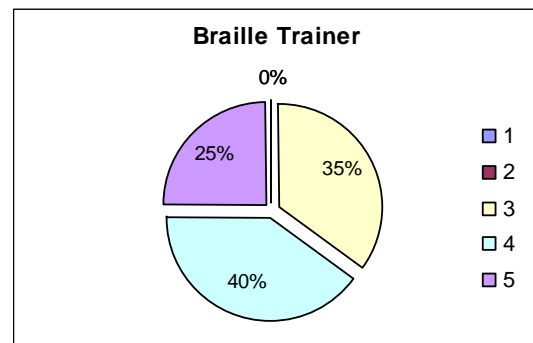
Responden kuesioner ini, sebanyak 20 orang. Terdiri dari 15 orang siswa tuna netra dan 5 orang guru pada sekolah tuna netra. Beberapa pertanyaan yang diajukan antara lain:

1. Bagaimana pendapat anda tentang alat ini?
2. Bagaimana kemudahan penggunaan alat ini?
3. Apakah huruf Braille pada alat mudah untuk dirasakan dan dipelajari?
4. Bagaimana kualitas suara pada alat ini?

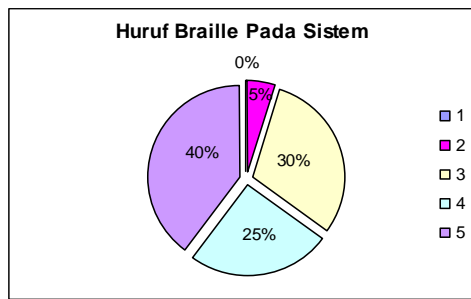
Penilaian untuk keempat pertanyaan tersebut antara lain:

- 1: Jelek Sekali
- 2: Jelek
- 3: Cukup Bagus
- 4: Bagus
- 5: Bagus Sekali

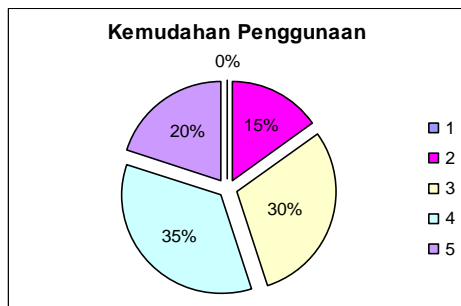
Hasil dari penilaian tersebut disajikan dalam bentuk pie chart sebagai berikut:



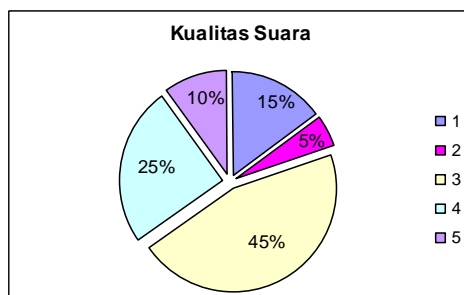
Gambar 14. Pie Chart Braille Trainer



Gambar 15. Pie Chart Huruf Braille Pada Sistem



Gambar 16. Pie Chart Kemudahan Penggunaan



Gambar 17. Pie Chart Kualitas Suara

Dari hasil respondensi gambar 14 sampai gambar 17 mayoritas mengatakan bahwa sistem pembelajaran huruf Braille ini sudah bagus. Dan dari pertanyaan langsung apakah layanan ini membantu atau tidak, hasil dari respondensi ditunjukkan pada gambar 18



Gambar 18. Pie Chart Apakah Braille Trainer Membantu

Dari gambar 18, 85% responden mengatakan bahwa sistem Pembelajaran huruf Braille ini sudah cukup membantu. Namun, hasil dari responden tidak dapat mengatakan mutlak sistem ini benar-benar bagus karena jumlah responden hanya 20 orang.

V. KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisa, maka dapat diambil beberapa kesimpulan tentang sistem kerja dari sistem yang telah dibuat, sebagai berikut :

1. Sinyal suara akan terdengar dengan baik jika kecepatan pengambilan data tidak melebihi kecepatan sampling tiap satu data.
2. Filter PWM dengan frekuensi cutoff 4kHz mampu menghilangkan frekuensi PWM 62500 Hz untuk mendapatkan output tegangan rata-rata DC yang halus.
3. Filter sampling dengan frekuensi cutoff 4kHz mampu menghilangkan frekuensi sampling 8kHz sehingga didapatkan transisi antar titik sampling yang relatif halus.
4. Pengiriman command READ pada SD Card harus memiliki alamat dengan kelipatan 512. Hal ini merupakan protokol SD Card.
5. Ketika menggunakan perintah read multiblok pada SD Card, maka pada setiap selesai pembacaan kelipatan 512 byte akan terdapat 5 byte data penambahan. Data ini adalah data yang dikirimkan selama waktu tunggu respon dari SD Card.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Yayasan Pendidikan Anak-anak Buta Sekolah Menengah Luar Biasa (SMPLB-A YPAB) jl. Gebang Putih 5 Surabaya tempat survey dan ujicoba Proyek Akhir ini berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firdaus, Mohammad Azhar, *Rancang Bangun Alat Hitung Sederhana Untuk Tuna Netra*, Tugas Akhir POLINEMA 2007.
- [2] Miarta, Grenpasgo Mega, *Rancang Bangun Kalkulator Untuk Tuna Netra Yang Dilengkapi Dengan Input Dan Output Suara*, Tugas Akhir PENS ITS 2009.
- [3] Utomo, Siswo Dwi, *Desain Text To Speech Untuk Membaca SMS Dalam Bahasa Indonesia*, Tugas Akhir PENS ITS 2008.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/MultiMediaCard>, Diakses pada tanggal 15 Juli 2010
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/WAV>, Diakses pada tanggal 15 Juli 2010
- [6] <http://en.wikipedia.org/wiki/SPI>, Diakses pada tanggal 15 Juli 2010
- [7] <http://id.wikipedia.org/wiki/Braille>, Diakses pada tanggal 19 Juli 2010
- [8] Datasheet Mikrokontroler ATmega16 <http://www.atmel.com> diakses pada 10 September 2010
- [9] www.captain.at/electronic-atmega-sd-card.php, dikunjungi tanggal 2 November 2010
- [10] www.elm-chan.org/docs/mmc/mmc_e.html, dikunjungi tanggal 5 November 2010
- [11] www.avrfreaks.net/forum, dikunjungi tanggal 4 Oktober 2010